

Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en pollos de engorde

César Enrique Monroy de León

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2000

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Efecto de la harina de desechos de camarón
extruida en pollos de engorde**

Proyecto especial presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el grado académico de Licenciatura

Presentado por

César Enrique Monroy de León

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2000

Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en pollos de engorde.

Presentado por

César Enrique Monroy de León

Aprobada

Abel Gernat, Ph. D
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph. D
Coordinador de Area Temática

Gerardo Murillo, Ing. Agr.
Asesor Secundario

Jorge Iván Restrepo, M.B.A
Coordinador de la Carrera de
Ciencia y Producción Agropecuaria

John Jairo Hincapié, Ph. D
Asesor Secundario

Antonio Flores, Ph. D
Decano

John Jairo Hincapié, Ph. D
Coordinador PIA Zootecnia

Keith L. Andrews, Ph. D
Director General

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

César Enrique Monroy de León

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2000

DEDICATORIA

A mis padres César y Lesbia por todo su apoyo y comprensión que tuvieron hacia mí, además de todos los consejos que comparten conmigo para que salga adelante en la vida, sin ellos no podría haber realizado todas las obras que he logrado en esta vida. Junto con ellos se encuentran mis hermanas Ana y Vilma que siempre cuidaron de mí y me ayudaron en lo que fuera posible, siempre me han tratado de corregir en mis errores pero permiten que tenga imaginación para hacer mis labores. A mi novia Sonia que forma el tercer soporte de este triángulo de apoyo y comprensión, le agradezco por todo el apoyo y cariño que me ha dado, sin olvidar todos los momentos que hemos compartido y en los cuales hemos aprendido mucho sobre la vida.

También les dedico estos cuatro años de estudio y trabajo a todos mi familiares en especial a mi abuela paterna y mi tío Erick que me dieron su apoyo y me siguen apoyando desde el cielo, a mi abuela materna que siempre me ha dado su amor materno y cuida de mí. A todos mis tíos, tías, primos y primas que siempre se preocupan por mí y me dan su apoyo. A todos mi amigos que han compartido momentos inolvidables durante toda mi vida desde el colegio hasta aquí en el Zamorano, los dos grupos de amigos siempre estarán en mi mente y siempre les agradeceré su amistad.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por todo su apoyo y cariño que me daban desde mi patria.

A mi novia por todo su cariño, apoyo, felicidad y entusiasmo que compartimos.

Al Dr. Abel Gernat por guiarme en la elaboración de este proyecto y por los consejos compartidos.

Al Dr. Jairo Hincapié y al Ing. Murillo por su participación en el proyecto y por toda su ayuda en la elaboración del mismo.

A mis compañeros de la Sección de Aves por el apoyo y el trabajo duro que compartimos.

A mis amigos por su amistad y momentos que pasamos en toda la carrera.

A todas las personas que en algún momento me apoyaron y me dieron un consejo y me enseñaron como sobrevivir en esta vida.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A mis padres por patrocinar me los tres años del Programa de Agrónomo y por el Programa de Ingeniera Agronómica y mis hermanas que siempre me ayudaron para que sacara el mayor provecho a esa ayuda de mis padres.

RESUMEN

Monroy de León, César Enrique. 2000. Efecto de la harina de desechos de camarón extruida, en pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 22 p.

El crecimiento de la industria camaronera en los últimos años ha generado gran cantidad de desperdicios, que en lugar de contaminar el ambiente pueden transformarse en harina para alimentar pollos de engorde. Esta puede ser extruida para aumentar la digestibilidad de la proteína. El objetivo del estudio fue evaluar la harina de desechos de camarón (HC) y la harina de desechos de camarón extruida (HCE) como proteína para las dietas de pollos de engorde. En los dos experimentos se usaron 81 pollos/corral de la línea Arbor Acres[®] × Arbor Acres[®] de un día de edad, alojados en 15 corrales de 2.25 × 3 m, con tres réplicas por tratamiento. Los tratamientos fueron el control con 100% HS, sustitución de 50 y 100% de HC y sustitución de 50 y 100% de HCE. Se determinó el peso corporal, consumo acumulado, conversión alimenticia, mortalidad, peso en canal y rendimiento en canal. Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en los dos experimentos, a favor de la dieta HS en peso corporal, consumo acumulado, conversión alimenticia, mortalidad, peso en canal y rendimiento en canal. La alta concentración de sodio en los desechos de camarón causó problemas metabólicos en el hígado, ya que la conversión fue arriba de 2.00 y la mortalidad de 6 – 78% al sustituir HC ó HCE, en cambio la HS presentó conversiones de 1.75 y mortalidad de 3%. El proceso de extrusión no aumentó la digestibilidad de la HC, ya que la respuesta biológica de la HCE fue similar o menor a la HC. La HS fue la única dieta rentable.

Palabras Claves: Broilers, desperdicios de camarón, digestibilidad, extrusión, fuente proteica.

Dr. Abelino Pitty

NOTA DE PRENSA

LA HARINA DE SOYA CONTINUA SIENDO LA PRINCIPAL FUENTE PROTEICA EN EL ENGORDE DE POLLOS

Actualmente la producción avícola tiene una alta dependencia de insumos importados como harina de soya y maíz, por esta razón se buscan alternativas para reemplazarlos y reducir los costos de producción.

Es así que se pensó en la harina de desechos de camarón, considerando que la industria camaronera genera gran cantidad de desperdicios. Para probar su efectividad, se realizó un estudio comparativo sobre el potencial proteico en el engorde de pollos con la harina de soya, harina de desechos de camarón y harina de desechos de camarón extruida, midiendo el efecto en la productividad y rentabilidad de cada una de las harinas.

El estudio se llevó a cabo en Zamorano durante cuatro meses (marzo – junio), con dos repeticiones de seis semanas cada una. Se engordaron mil doscientos quince pollos de la línea Arbor Acres × Arbor Acres utilizando cinco dietas a base de harina de soya, de desechos de camarón y de desechos de camarón extruida. Se midió el peso corporal, consumo acumulado, conversión alimenticia, mortalidad, peso en canal y rendimiento en canal.

Al final del estudio, se encontró que en todos los casos la harina de soya obtuvo los mejores resultados en producción y rentabilidad, y que la extrusión no mejoró la digestibilidad de la harina de desechos de camarón.

A pesar del resultado del experimento, el informe recomienda continuar en la búsqueda de otras alternativas alimenticias e incluso reintentar el tratamiento de la harina de desechos de camarón bajo otros métodos, hasta encontrar mejores opciones para los avicultores de la región.

Extrusión: proceso en el cual por medio de altas temperaturas y presión se altera la digestibilidad de la proteína para hacerla más asimilable.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de Prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Indice de Cuadros.....	x
	Indice de Anexos.....	xi
1	INTRODUCCION.....	1
2	MATERIALES Y METODOS.....	3
2.1	Localización.....	3
2.2	Animales.....	3
2.3	Tratamientos.....	3
2.4	Diseño Experimental.....	6
2.5	VARIABLES MEDIDAS.....	6
2.6	Análisis Estadístico.....	6
3	RESULTADOS Y DISCUSION.....	7
3.1	Peso Corporal.....	7
3.2	Consumo de Alimento.....	8
3.3	Conversión Alimenticia.....	9
3.4	Mortalidad.....	10
3.5	Peso en Canal.....	12
3.6	Rendimiento de Canal.....	12
3.7	Análisis Económico.....	13
4	CONCLUSIONES.....	16
5	RECOMENDACIONES.....	17
6	BIBLIOGRAFIA.....	18
7	ANEXOS.....	20

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Formulación de las dietas	4
2.	Composición química de la harina de desechos de camarón (HC) y de la harina de desechos de camarón extruida (HCE).....	5
3.	Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el peso corporal en el Experimento 1.....	7
4.	Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el peso corporal en el Experimento 2.....	7
5.	Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el consumo acumulado en el Experimento 1.....	8
6.	Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el consumo acumulado en el Experimento 2.....	9
7.	Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el índice de conversión alimenticia en el Experimento 1.....	9
8.	Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el índice de conversión alimenticia en el Experimento 2.....	10
9.	Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el índice de mortalidad en el Experimento 1.....	11
10.	Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el índice de mortalidad en el Experimento 2.....	11
11.	Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el peso en canal en el Experimento 1 y 2.....	12
12.	Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el rendimiento de canal en el Experimento 1 y 2.....	13
13.	Costo de las dietas en el Experimento 1 y 2.....	13
14.	Comparación de estado de resultados para cada dieta en el Experimento 1.....	14
15.	Comparación de estado de resultados para cada dieta en el Experimento 2.....	15

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Perfil nutricional de la harina de soya.....	20
2.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento en la sexta semana en el Experimento 1.....	20
3.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la sexta semana en el Experimento 1.....	21
4.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso en canal y rendimiento en canal en la sexta semana en el Experimento 1.....	21
5.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento en la sexta semana en el Experimento 2.....	21
6.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la sexta semana en el Experimento 2.....	22
7.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso en canal y rendimiento en canal en la sexta semana en el Experimento 2.....	22

1. INTRODUCCION

La producción avícola depende de insumos importados, como la harina de soya y maíz, que suministran la proteína y energía necesarias para las aves. La desventaja de estos ingredientes es que su precio tiende a ser alto en los mercados de Centroamérica. Para reducir el costo los avicultores buscan una materia prima que suministre la misma cantidad y calidad de proteína pero a un costo menor, como la harina de desechos de camarón. Esta es una excelente fuente de proteína, que se puede usar como única fuente proteica, pero se tienen mejores crecimientos cuando se usa una combinación de varias fuentes proteicas (Meyers y Rutledge, 1971).

La producción mundial y el procesamiento de camarón representan una industria valorada en varios millones de dólares. En el ámbito mundial los primeros puestos en producción lo ocupan los países asiáticos como Tailandia con 160,000 TM, Indonesia con 90,000 TM y China con 80,000 TM y en América, Ecuador con 120,000 TM, México con 12,000 TM y Honduras con 10,442 TM (Rosenberry, 1996). Los desperdicios de estas industrias son un problema en crecimiento para el ambiente, sólo Honduras en 1997 generó aproximadamente 4,176 TM de desperdicios (Camaricultura aun . . . , 1997).

Pocos estudios se han hecho de la harina de camarón proveniente de los desperdicios. En la época de cosecha de camarón, los desperdicios provienen de los camarones rechazados, cabezas, exoesqueleto y compuestos solubles y de peces que se sacan en el momento de la cosecha. Del camarón fresco el 44% es la cabeza la cual tiene 47.9% de proteína (incluyendo 3.6% nitrógeno de la quitina) y 20.9% de cenizas (Meyers y Rutledge, 1971). Según Raab *et al.* (1980) este subproducto es de un valor nutritivo alto y contenido de calcio y fósforo satisfactorio, además de sus cualidades pigmentantes. El 60% de la proteína de la harina de camarón es digerible, debido al alto porcentaje de hexosaminas (material quitinoso no digerible).

Las cabezas del camarón son separadas del cuerpo para evitar su descomposición (Avellano *et al.*, s.f.). Los subproductos permanecen crudos durante varias horas, este período es óptimo para el crecimiento bacteriano que causan reacciones decarboxílicas que convierte los aminoácidos en aminas que pueden ser tóxicas, afectando la calidad de la harina y el aprovechamiento por el pollo (Dale, 1994).

Según Meyers y Rutledge (1971) la harina de desechos de camarón es el desperdicio después de secado. Los métodos de secado incluyen vapor, aire caliente y secado al sol. La intensidad del calor en el proceso puede afectar el valor nutricional y los pigmentos de la harina. En promedio una harina de camarón en buen estado es buena fuente de proteínas, lípidos (fosfolípidos y ácidos grasos altamente insaturados) y pigmentos (canthaxanthin y astaxanthin), con 45% proteína, 4.5% grasa, 4.9% fibra, 8% calcio y 1.3% fósforo¹ y según Rosenfeld *et al.* (1997) se pueden tener respuestas biológicas con harina de desechos de camarón como única fuente proteica.

Según Botero (1998) en Honduras los desperdicios de camarón son procesados con los métodos de Túnel y Tambor, constando el primero en cocción, secado (a temperaturas

¹ AQUACULTURE. 1999. Shrimp shell meal NS45. <http://users.skynet.be/vds/shrimpml.htm>. Accesada el 6 marzo de 1999.

mayores de 100°C durante 30-45 minutos) y molienda de los desperdicios hasta tener una harina con 8% de humedad. El segundo es por un flujo de aire caliente a más de 130°C, el cual da una harina con 7.8% de humedad.

Para mejorar la calidad de la harina se utiliza la extrusión. Según Intsoy (1999) la extrusión es “un proceso continuo en el que materiales húmedos, expandibles, almidonosos y/o proteicos son plastificados y cocinados mediante una combinación de humedad, presión, temperatura y energía mecánica”. El extrusor es un tornillo que rota dentro de un barril, el cual transforma física y químicamente el alimento por la presión y temperatura generada al transportar ingredientes por el tornillo (Wijeratne, 1995).

Según Lusas (1999) entre las funciones más importantes de la extrusión están la desnaturalización de las proteínas, la destrucción de los factores tóxicos, de anticrecimiento y de micotoxinas, reducir la humedad, homogenizar ingredientes, dar texturas agradables e inactivar enzimas. En la harina de camarón se busca que las proteínas pierdan su estructura molecular inicial, no sean solubles en soluciones acuosas o salinas, pierdan actividad enzimática y mejoren su digestibilidad (Intsoy, 1999). La desnaturalización de la proteína aumenta su digestibilidad por la probable inactivación de los inhibidores de proteasa por el tratamiento térmico, aunque si la cocción es muy severa la digestibilidad disminuye y los aminoácidos como lisina ya no están disponibles (Asp y Bjorck, 1989).

Basado en lo anterior, en el Zamorano se evaluaron la harina de desechos de camarón y la harina de desechos de camarón extruida como fuentes proteicas para pollos de engorde.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 LOCALIZACION

El estudio se realizó en los galpones de la sección de aves del Zamorano, ubicada a 32 km al Sur Este de Tegucigalpa, Honduras, a una altitud de 800 msnm, con una temperatura media anual de 24°C y una precipitación media anual de 1,100 mm.

2.2 ANIMALES

Se usaron 1,215 pollos machos de la línea Arbor Acres® × Arbor Acres® de un día de edad, los cuales fueron alojados aleatoriamente en quince corrales experimentales de 2.25 × 3 m. Estos corrales fueron colocados en dos hileras paralelas; en cada corral utilizado se distribuyeron 81 pollos a una densidad de 12 pollos/m². El estudio se realizó dos veces usando el mismo diseño y procedimientos. Los pollos recibieron alimento y agua *ad libitum* y fueron sometidos a un programa de luz de 24 horas.

2.3 TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron:

- T1: Control en base a maíz y harina de soya.
- T2: Reemplazando el 50% de la proteína de la dieta que proviene de la harina de soya por la de harina de camarón (HC50).
- T3: Reemplazando 100% de la proteína de la dieta que proviene de la harina de soya por la de harina de camarón (HC100).
- T4: Reemplazando el 50% de la proteína de la dieta que proviene de la harina de soya por la de harina de camarón extruida (HCE50).
- T5: Reemplazando 100% de la proteína de la dieta que proviene de la harina de soya por la de harina de camarón extruida (HCE100).

Las dietas se formularon de acuerdo a los requerimientos de la línea de los pollos de engorde (Cuadro 1).

INICIO					CRECIMIENTO					ENGORDE				
Control	HC50	HC100	HCE50	HCE100	Control	HC50	HC100	HCE50	HCE100	Control	HC50	HC100	HCE50	HCE100
----- (%) -----														
51,00	55,00	55,00	58,00	61,00	59,50	65,00	63,50	69,00	71,00	63,00	67,50	67,00	71,50	73,50
41,00	20,50	0,00	19,50	0,00	31,00	14,50	0,00	13,50	0,00	28,00	13,50	0,00	13,00	0,00
0,00	20,00	41,00	0,00	0,00	0,00	15,50	31,00	0,00	0,00	0,00	14,00	28,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	17,00	33,50	0,00	0,00	0,00	12,50	25,50	0,00	0,00	0,00	11,50	23,00
1,75	0,50	0,00	1,75	2,00	1,63	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
1,10	0,02	0,00	0,00	0,00	1,13	0,25	0,00	0,25	0,00	1,10	0,30	0,00	0,30	0,00
0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
4,50	3,00	3,25	3,00	3,00	5,50	4,00	4,50	3,25	3,00	6,00	4,00	4,50	3,50	3,50
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,12	0,08	0,06	0,04	0,00	0,15	0,13	0,11	0,09	0,03	0,13	0,11	0,09	0,08	0,02
0,00	0,03	0,28	0,00	0,13	0,00	0,14	0,30	0,10	0,19	0,00	0,13	0,29	0,10	0,18
3100	3100	3100	3100	3100	3250	3250	3250	3250	3250	3275	3275	3275	3275	3275
23,00	23,00	23,15	23,00	23,65	19,00	19,00	19,28	19,00	19,86	18,00	18,00	18,12	18,00	18,66
0,90	1,34	2,33	1,93	3,22	0,85	0,96	1,76	1,01	1,87	0,80	0,88	1,59	0,92	1,68
0,45	0,45	0,69	0,46	0,71	0,42	0,42	0,54	0,42	0,56	0,40	0,40	0,49	0,40	0,51
1,42	1,20	1,20	1,22	1,20	1,11	1,05	1,05	1,05	1,05	1,03	0,98	0,98	0,98	0,98
0,50	0,50	0,50	0,50	0,54	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PESO CORPORAL

En el primer experimento la dieta control mostró los mejores pesos durante todo el ciclo de engorde y que fue diferente ($P= 0.0001$) de las demás dietas y la harina de desechos de camarón 100% mostró los pesos más bajos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el peso corporal en el Experimento 1

Días	Control	HC50 ¹	HC100 ²	HCE50 ³	HCE100 ⁴
	------(g)-----				
7	105.9 ^b	128.6 ^a	110.9 ^b	105.9 ^b	100.9 ^b
14	287.5 ^a	262.3 ^a	179.0 ^b	257.2 ^a	267.3 ^a
21	585.1 ^a	527.1 ^b	254.2 ^c	489.3 ^b	479.2 ^b
28	1092.1 ^a	981.1 ^{ab}	536.0 ^c	993.7 ^{ab}	918.1 ^b
35	1591.5 ^a	1488.1 ^a	920.5 ^c	1319.1 ^b	1344.3 ^b
42	2063.1 ^a	1831.1 ^b	1351.9 ^c	1816.0 ^b	1750.4 ^b

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0.05$)

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

En el segundo experimento la dieta control y la de harina de desechos de camarón 50% tuvieron los mejores pesos al final del engorde y no se encontró diferencia entre ellas. Estas dos dietas si difirieron ($P= 0.0004$) de las demás dietas. La dieta de 100% de harina de desechos de camarón extruida presentó los pesos más bajos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el peso corporal en el Experimento 2

Días	Control	HC50 ¹	HC100 ²	HCE50 ³	HCE100 ⁴
	------(g)-----				
7	116.0 ^a	118.5 ^a	121.0 ^a	116.0 ^a	88.2 ^b
14	294.7 ^a	299.4 ^a	298.4 ^a	214.4 ^b	198.3 ^b
21	605.3 ^a	552.3 ^a	562.4 ^a	436.3 ^b	411.1 ^b
28	1097.1 ^a	1013.9 ^a	900.4 ^b	822.2 ^b	726.4 ^c
35	1699.9 ^a	1578.9 ^b	1402.3 ^c	1331.7 ^c	1200.5 ^d
42	2053.0 ^a	1907.1 ^a	1669.7 ^b	1568.8 ^{bc}	1397.3 ^c

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente (P< 0.05)

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

En ambos experimentos los pesos bajos pudieron ser debidos al efecto que tienen las altas temperaturas del secado y extrusión sobre la disponibilidad de la proteína, ya que al desnaturalizarse la proteína a altas temperaturas los aminoácidos como la lisina forman complejos no asimilables para el pollo. También tuvo un efecto en el peso corporal la alta concentración de sodio en la harina de desechos de camarón (Cuadro 2), que redujo el consumo de concentrado (Ver mortalidad). Damron *et al.* (1964), Ilian *et al.* (1985), Rosenfeld *et al.* (1997) y Botero (1998) no encontraron diferencias significativas en el peso corporal al usar harina de desechos de camarón en un rango de 3% hasta 100%.

3.2 CONSUMO DE ALIMENTO

En el primer experimento el mayor consumo lo tuvo la dieta control y que solo existió diferencia (P= 0.0022) cuando se sustituyó la harina de soya por harina de desechos de camarón en 100% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el consumo acumulado en el Experimento 1

Días	Control	HC50 ¹	HC100 ²	HCE50 ³	HCE100 ⁴
	------(g)-----				
7	97.8 ^a	95.0 ^a	84.0 ^b	97.3 ^a	97.4 ^a
14	381.0 ^a	350.1 ^a	259.6 ^b	356.8 ^a	359.2 ^a
21	890.5 ^a	842.6 ^a	499.7 ^b	780.4 ^a	814.0 ^a
28	1673.0 ^a	1547.6 ^a	968.8 ^b	1483.2 ^a	1517.6 ^a
35	2609.7 ^a	2496.1 ^a	1882.1 ^b	2352.1 ^a	2398.5 ^a
42	3631.0 ^a	3473.3 ^a	2841.1 ^b	3370.1 ^a	3389.4 ^a

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente (P < 0.05)

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

En el segundo experimento la dieta control con la harina de desechos de camarón 50% y 100% no tuvieron diferencias entre sí, además mostraron los consumos más altos y presentaron diferencias (P= 0.0154) con las dietas de harina de desechos de camarón extruida 50 y 100% que mostraron los consumos más bajos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el consumo acumulado en el Experimento 2

Días	Control	HC50 ¹	HC100 ²	HCE50 ³	HCE100 ⁴
	------(g)-----				
7	104.0 ^a	104.0 ^a	98.0 ^a	92.3 ^a	86.8 ^a
14	390.6 ^a	387.3 ^a	380.4 ^a	326.1 ^b	306.7 ^b
21	905.5 ^a	881.9 ^a	922.7 ^a	742.5 ^b	710.3 ^b
28	1678.1 ^a	1643.0 ^a	1703.8 ^a	1403.3 ^b	1265.1 ^c
35	2652.9 ^a	2593.7 ^a	2634.5 ^a	2296.3 ^{ab}	2187.0 ^b
42	3562.7 ^a	3431.2 ^{ab}	3350.3 ^{abc}	3100.6 ^b	2992.2 ^c

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente (P < 0.05)

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

En los dos experimentos los bajos consumos pueden atribuirse a que a partir de la segunda semana los pollos mostraron un edema en el abdomen debido a los altos niveles de sodio en la harina de desechos de camarón (Cuadro 2) que causó una presión sobre el animal que no les permitía alimentarse. Además se presentaron temperaturas bajas las cuales afectaron más a estos pollos. Ilian *et al.* (1985), Rosenfeld *et al.* (1997) y Botero (1998) no encontraron diferencias en el consumo al usar harina de desechos de camarón en un rango 2.5% hasta 100%.

3.3 CONVERSION ALIMENTICIA

Al final del primer experimento no hubo diferencias entre las dietas de harina de soya, la de harina de desechos de camarón 50% y la harina de desechos de camarón extruida 50 y 100%, pero éstas si ($P= 0.0055$) con la harina de desechos de camarón 100%, que tuvo el índice de conversión más alto (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el índice de conversión alimenticia en el Experimento 1

Días	Control	HC50 ¹	HC100 ²	HCE50 ³	HCE100 ⁴
7	0.93 ^a	0.74 ^b	0.75 ^b	0.92 ^a	0.97 ^a
14	1.32 ^a	1.33 ^a	1.45 ^a	1.38 ^a	1.34 ^a
21	1.52 ^b	1.59 ^b	1.96 ^a	1.59 ^b	1.70 ^b
28	1.53 ^a	1.58 ^a	1.80 ^a	1.49 ^a	1.65 ^a
35	1.64 ^b	1.67 ^b	2.05 ^a	1.78 ^b	1.79 ^b
42	1.76 ^b	1.89 ^b	2.10 ^a	1.85 ^b	1.93 ^b

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0.05$)

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

En el segundo experimento la dieta control mostró el índice de conversión más bajo y tuvo diferencias ($P= 0.0327$) con la harina de desechos de camarón extruida 100%, que mostró el índice de conversión más alto (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el índice de conversión alimenticia en el Experimento 2

Días	Control	HC50 ¹	HC100 ²	HCE50 ³	HCE100 ⁴
7	0.90 ^a	0.88 ^a	0.81 ^a	0.79 ^a	0.98 ^a
14	1.32 ^b	1.29 ^b	1.27 ^b	1.52 ^a	1.55 ^a
21	1.49 ^a	1.61 ^a	1.64 ^a	1.70 ^a	1.73 ^a
28	1.53 ^b	1.62 ^{ab}	1.89 ^a	1.71 ^{ab}	1.74 ^{ab}
35	1.56 ^b	1.64 ^b	1.87 ^a	1.72 ^{ab}	1.82 ^a
42	1.73 ^b	1.80 ^{ab}	1.98 ^{ab}	2.01 ^{ab}	2.14 ^a

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0.05$)

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

En ambos estudios los altos índices de conversión se atribuyen al bajo crecimiento de los pollos y la alta tasa de mortalidad debido al exceso de sodio en la harina de desechos de camarón (Cuadro 2). Rosenfeld *et al.* (1997) no encontró diferencias significativas en el índice de conversión alimenticia al usar harina de desechos de camarón en un rango de 10% hasta 100%, sin embargo Ilian *et al.* (1985) y Botero (1998) encontraron diferencias significativas al usar harina de desechos de camarón de 5% a 7.5% y 100% por el método de secado de túnel, respectivamente

3.4 MORTALIDAD

En el primer experimento durante todo el ciclo de engorde la dieta de harina de desechos de camarón 100% mostró el índice de mortalidad más alto y defirió ($P=0.0001$) de las demás dietas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el índice de mortalidad en el Experimento 1

Días	Control	HC50 ¹	HC100 ²	HCE50 ³	HCE100 ⁴
	------(%)-----				
7	1.2 ^c	8.8 ^b	19.7 ^a	1.6 ^c	0.8 ^c
14	1.2 ^d	35.7 ^b	52.6 ^a	2.0 ^d	7.6 ^c
21	1.2 ^d	42.2 ^b	65.5 ^a	6.8 ^c	15.3 ^c
28	1.6 ^d	43.4 ^b	75.1 ^a	10.0 ^c	17.7 ^c
35	4.4 ^d	44.2 ^b	78.7 ^a	10.4 ^{cd}	19.3 ^c
42	4.8 ^d	44.2 ^b	78.7 ^a	10.8 ^{cd}	20.9 ^c

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0.05$)

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

En el segundo experimento las dietas de harina de desechos de camarón extruida 50 y 100% y la harina de desechos de camarón 100% mostraron los índices de mortalidad más altos, siendo diferentes ($P=0.0001$) de las demás dietas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el índice de mortalidad en el Experimento 2

Días	Control	HC50 ¹	HC100 ²	HCE50 ³	HCE100 ⁴
	------(%)-----				
7	0.4 ^a	0.4 ^a	0.8 ^a	0.4 ^a	0.4 ^a
14	0.4 ^b	0.8 ^b	2.4 ^b	14.7 ^a	11.1 ^a
21	0.8 ^b	2.4 ^b	9.1 ^a	19.8 ^a	17.9 ^a
28	1.2 ^c	3.2 ^c	16.3 ^b	23.4 ^{ab}	32.1 ^a
35	1.2 ^b	4.0 ^b	24.2 ^a	25.4 ^a	35.3 ^a
42	1.2 ^c	6.3 ^b	30.2 ^a	27.0 ^a	36.9 ^a

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente (P < 0.05)

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

En ambos experimentos los pollos mostraron una acumulación de líquidos en el abdomen (Gernat, A. Comunicación personal)². Según Leeson *et al.* (1995) esto se debe a un desorden metabólico causado por altos niveles de sodio (Na) en la dieta. Estos causan un desbalance de la relación ácido-base del hígado y aumenta la humedad de éste. Los animales consumen más agua de lo normal, la cual al no poder ser excretada se acumula en el abdomen y causa una alta presión limitando la respiración. La harina de desechos de camarón tenía 6.84% de Na (Cuadro 2). Además influyeron en la mortalidad las altas temperaturas en el día y bajas temperaturas en la noche durante las primeras tres semanas. Rosenfeld *et al.* (1997) no encontraron diferencias en la mortalidad al usar harina de desechos de camarón en un rango de 10% hasta 100%, pero Botero (1998) si encontró diferencias al usar harina de desechos de camarón en 50% y 100% secada en el método de túnel.

3.5 PESO EN CANAL

En el primer experimento la dieta control tuvo el mayor peso en canal, siendo diferente (P= 0.0001) de las demás dietas y la dieta de 100% harina de desechos de camarón presentó el peso en canal más bajo (Cuadro 11).

En el segundo experimento la dieta control presentó el mayor peso en canal y fue diferente (P= 0.0003) de las demás dietas. La dieta de 100% harina de desechos de camarón extruida presentó el peso en canal más bajo (Cuadro 11).

² ABEL GERNAT, PhD. 2000. Profesor asociado de Avicultura del Departamento de Zootecnia en Zamorano.

Cuadro 11. Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el peso en canal en el Experimento 1 y 2

Experimento	Control	HC50 ¹	HC100 ²	HCE50 ³	HCE100 ⁴
------(g)-----					
1	1528.4 ^a	1311.5 ^b	928.2 ^c	1291.3 ^b	1251.0 ^b
2	1397.3 ^a	1241.6 ^b	1094.6 ^c	1044.1 ^{cd}	913.0 ^d

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0.05$)

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

En los dos experimentos los bajos pesos en canal se atribuyen al bajo crecimiento de los pollos y al alto índice de mortalidad por los altos niveles de sodio en la harina de desechos de camarón. Rosenfeld *et al.* (1997) si encontraron diferencias en el peso en canal al usar 100% harina de desechos de camarón, sin embargo Botero (1998) no encontró diferencias al usar harina de desechos de camarón en 50 y 100% bajo los métodos de secado de tambor y túnel.

3.6 RENDIMIENTO EN CANAL

En el primer experimento la dieta control mostró el mejor rendimiento en canal que fue diferente ($P= 0.0002$) de las demás dietas (Cuadro 12).

En el segundo experimento la dieta control y de harina de desechos de camarón 50% mostraron el mejor rendimiento en canal que fue diferente ($P= 0.0105$) de las demás dietas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto de la harina de desechos de camarón extruida en el rendimiento en canal en el Experimento 1

Experimento	Control	HC50 ¹	HC100 ²	HCE50 ³	HCE100 ⁴
------(%)-----					
1	74.1 ^a	71.6 ^b	68.6 ^c	71.1 ^b	71.5 ^b
2	68.1 ^a	65.1 ^b	65.6 ^b	66.6 ^{ab}	65.3 ^b

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0.05$)

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

Rosenfeld *et al.* (1997) y Botero (1998) no encontraron diferencias en el rendimiento en canal al usar harina de desechos de camarón en un rango de 10% hasta 100%.

3.7 ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico se hizo tomando en cuenta los costos fijos y variables y el ingreso para cada tratamiento. El precio de las dietas para cada una de las tres etapas del ciclo bajó, debido a que la cantidad de proteína se redujo de 23% a 18% y a que el precio por kg de harina de desechos de camarón es menor que el precio por kg de la harina de soya. El kg de harina de desechos de camarón extruida es mayor pero proporciona más proteína lo que reduce el costo de la dieta (Cuadro 13). El margen de utilidades y la rentabilidad de cada dieta se indican en los cuadros 14 y 15.

Cuadro 13. Costo de las dietas en el Experimento 1 y 2

Dietas	Etapas		
	Inicio	Crecimiento	Finalización
Control	26.17	25.57	25.17
HC50 ¹	25.20	24.68	24.32
HC100 ²	25.66	24.94	24.52
HCE50 ³	24.97	24.36	24.03
HCE100 ⁴	25.21	24.41	23.92

Costos en US\$ por cada 100 kg de concentrado.

Costos incluyen el valor de los ingredientes y el costo de mezclado.

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

En el primer experimento la dieta control tuvo una rentabilidad mayor a la dieta de harina de desechos de camarón 50% de 54.26%, a la harina de desechos de camarón 100% de 122%, a la harina de desechos de camarón extruida 50% de 20.67% y a la dieta de harina de desechos de camarón extruida 100% de 35.59%. Esto se debe a los altos índices de mortalidad en las dietas con harina de desechos de camarón y harina de desechos de camarón extruida (Cuadro 14).

Cuadro 14. Comparación de estado de resultados para cada dieta en el Experimento 1

	Control	HC50 ¹	HC100 ²	HCE50 ³	HCE100 ⁴
INGRESOS					
Valor de la carne (\$/kg)	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
Carne producida (kg)	362.10	182.40	49.00	286.00	246.60
Total ingresos (\$)	644.48	324.62	87.30	509.06	439.00
COSTOS					
Fijos (\$)	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Variables (\$)	346.22	250.96	178.24	308.95	296.73
Total Costos (\$)	406.22	310.96	238.24	368.95	356.73
UTILIDAD (\$)	238.26	13.67	-150.93	140.11	82.27
RENTABILIDAD DE COSTOS (%)	58.65	4.39	-63.35	37.98	23.06

\$ = dólar USA

\$1 = 14.79 Lps

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

En el segundo experimento la dieta control tuvo una rentabilidad mayor a la dieta de harina de desechos de camarón 50% de 17.81%, a la harina de desechos de camarón 100% de 58.01%, a la harina de desechos de camarón extruida 50% de 49.38% y a la dieta de harina de desechos de camarón extruida 100% de 71.28%. Esto se debe a los altos índices de mortalidad en las dietas con harina de desechos de camarón y harina de desechos de camarón extruida (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de estado de resultados para cada dieta en el Experimento 2

	Control	HC50 ¹	HC100 ²	HCE50 ³	HCE100 ⁴
INGRESOS					
Valor de la carne (\$/kg)	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
Carne producida (kg)	347.90	292.40	192.70	191.90	144.60
Total ingresos (\$)	619.26	520.47	343.01	341.58	257.39
COSTOS					
Fijos (\$)	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Variables (\$)	347.98	328.46	305.74	273.56	259.68
Total Costos (\$)	407.98	388.46	365.74	333.56	319.68
UTILIDAD (\$)	211.28	132.01	-22.73	8.02	-62.29
RENTABILIDAD DE COSTOS (%)	51.79	33.98	-6.22	2.41	-19.49

\$ = dólar USA

\$1 = 14.79 Lps

¹HC 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón.

²HC 100 = 100% harina de desechos de camarón.

³HCE 50 = 50 % de sustitución con harina de desechos de camarón extruida.

⁴HCE 100 = 100% harina de desechos de camarón extruida.

Cuadro 2. Composición química de la harina de desechos de camarón (HC) y de la harina de desechos de camarón extruida (HCE)

Componentes	HC	HCE
	-----%-----	
Humedad ¹	16.50	7.40
Materia Seca ¹	83.50	92.60
Proteína Cruda ¹	46.90	56.40
Extracto Etéreo ¹	3.50	4.50
Fibra Cruda ¹	20.30	26.70
Cenizas ¹	36.10	24.40
Energía Metabolizable (Kcal/kg) ¹	1936.00	2225.00
Calcio ¹	5.69	7.35
Fósforo ¹	1.54	1.93
Potasio ¹	0.39	0.39
Magnesio ¹	0.48	0.48
Azufre ¹	0.67	0.56
Sodio ¹	6.84	0.76
Hierro ¹	0.16	0.07
Manganeso ¹	<0.01	<0.01
Boro ¹	<0.01	<0.01
Cobre ¹	<0.01	<0.01
Zinc ¹	<0.01	<0.01
Aminoácidos ²		
Ácido Aspartico ²	3.65	4.91
Treonina ²	1.41	1.97

Serina ²	1.45	2.08
Ácido Glutaminico ²	4.75	6.66
Glicina ²	1.88	2.81
Alanina ²	1.95	2.91
Cistina ²	0.38	0.50
Valina ²	4.18	5.66
Metionina ²	0.86	1.31
Isoleucina ²	1.50	2.05
Leusina ²	2.23	3.23
Tirosina ²	1.33	1.82
Fenilalanina ²	1.70	2.42
Lisina ²	1.98	2.94
Histidina ²	0.70	1.15
Triptofano ²	0.36	0.54
Arginina ²	2.39	3.84

¹Agricultural & Environmental Testing Laboratory, University of Vermont, Vermont, Estados Unidos, Hills Building, University of Vermont, Burlington, Vermont.

²CEPS Central Analytical Laboratory Report, University of Arkansas, Arkansas, Estados Unidos, University of Arkansas Poultry Science Center L-209 Fayetteville, AR 72701.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos fueron asignados a quince corrales experimentales, en un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento. El experimento se llevo acabo hasta los 42 días de edad con dos réplicas de 6 semanas cada uno.

2.5 VARIABLES MEDIDAS

- Peso corporal (g), se pesó una muestra semanal por corral y por tratamiento, representando el 35% de la población.
- Consumo alimento (g), se calculó con la diferencia entre el concentrado entregado al principio de la semana y el concentrado residual al final de la misma.
- Conversión alimenticia, se calculo a partir de los pesos corporales y el consumo acumulado de alimento.
- Mortalidad diaria (%), fue necesaria para calcular la mortalidad semanal y sus posibles causas.
- Peso en canal (g), se midió al final de los 42 días, en un 18% de la población.
- Rendimiento en canal (%), se midió excluyendo los menudos (molleja, patas, corazón, hígado y cuello), en un 18% de la población.

2.6 ANALISIS ESTADÍSTICO

Los datos de cada repetición se evaluaron con ANDEVA usando el Modelo Lineal General (GLM) del programa estadístico SAS[®] “Statistical Analisis System”. Los datos porcentuales se sometieron a la corrección con la función arcoseno y la separación de medias de los tratamientos se realizó con la prueba de diferencia mínima significativa, con una probabilidad de $P < 0.05$.

4. CONCLUSIONES

Los niveles de 50 y 100% de sustitución con harina de desechos de camarón y harina de desechos de camarón extruida no son convenientes. Se encontraron diferencias significativas en el peso corporal, el consumo acumulado, la conversión alimenticia, la mortalidad, el peso en canal y el rendimiento en canal, a favor de la dieta control.

Solamente en el experimento 2 se encontró que la dieta de harina de desechos de camarón 50% no tuvo diferencias en el peso corporal comparada con la dieta control.

Al sustituir harina de soya por harina de desechos de camarón 100% y harina de desechos de camarón extruida en 100% se encontraron los pesos corporales más bajos, las conversiones más altas, las mortalidades más altas y los pesos en canal más bajos, ya que también presentaron los niveles de sodio más altos, que causaron un efecto negativo más grande.

El proceso de extrusión no mejora la digestibilidad de la harina de desechos de camarón, ya que su respuesta biológica fue similar o inferior a la de la harina de desechos de camarón.

El análisis económico mostró que sólo la dieta control tuvo rentabilidades mayores a 50%. En los experimentos 1 y 2 la dieta de harina de desechos de camarón mostró una pérdida y lo mismo mostró la dieta de harina de desechos de camarón extruida en el experimento 2.

5. RECOMENDACIONES

Utilizar un proceso de extrusión que no eleve mucho las temperaturas para evitar la formación de complejos no asimilables y así tener mejores respuestas biológicas.

Supervisar que los niveles de sodio de la harina de desechos de camarón se encuentren en los niveles tolerables para la línea de pollos que sé está engordando, para no tener efectos negativos en los rendimientos de los mismos.

6. BIBLIOGRAFÍAS

ASP, N.G.; BJORCK, I. 1989. Nutritional properties of extruded foods. *In* Extrusion cooking. Ed. Por C. Mercier, P. Linko, J.M. Harper. American Association of Cereals Chemists, Inc. Minnesota, E.E.U.U. 399 – 434 pp.

AVELLANO, L.; CARRILLO, S.; PEREZ-GIL, F. s.f. Shrimp heads meal utilization in broiler feeding. S.n.t. México, D.F. s.p.

BOTERO, M. 1998. Efecto del uso de harina de camarón bajo dos métodos de secado en dietas de pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 18 p.

CAMARICULTURA AUN amenaza destruir ecosistema del Golfo de Fonseca. 1997. El Heraldo. Tegucigalpa, Honduras. Abr. 22:2c.

DALE, N. 1994. Aminoácidos Biogénicos. *Avicultura Profesional*. 11(3): 114 – 115.

DAMRON, B.L.; WALDROUP, P.W.; HARMS, R.H. 1964. Evaluation of shrimp meal in broiler diets. *Poultry Science*. Mimeograph Series No. PY65-1. University of Florida, Gainesville, FL. (E.E.U.U) 51:17-19

ILIAN, M.A.; BOND, C.A.; SALMAN, A.J.; AL-HOOTI, S. 1985. Evaluation of shrimp by catch meal as broiler feedstuff. *Nutrition Reports International*. E.E.U.U. 31(2):487 – 491.

INTSOY. 1999. Technical fundamentals of extrusion processing. Wegner Mfg., Inc. 101 – 119 pp.

LEESON, S.; DIAZ, G.; SUMMERS, J.D. 1995. Poultry metabolic disorders and mycotoxins. University Books. Ontario, Canada. 352 p.

LUSAS, E.W. 1999. Evolution of extruders. Soybean processing course, INSTOY, University of Illinois, Champaign, Illinois, E.E.U.U. 22 p.

MEYERS, S.P.; RUTLEDGE, J.E. 1971. Shrimp meal : A new look at an old product. *Feedstuffs*. E.E.U.U. 43(49): 31 – 32.

RAAB, P.; BERGQVIST, E.; CACERES, O. 1980. Incidencia pigmentante de la harina de camarones y langostinos. Trabajo de Tesis, Escuela de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 49 – 52 pp.

ROSENBERRY, A. 1996. Estimated global production of farmed shrimp in 1996. *Aquaculture magazine* (E.E.U.U.). 27 p.

ROSENFELD, D.J.; GERNAT, A.G.; MARCANO, J.D.; MURILLO, J.G.; LOPEZ, G.H.; FLORES, J.A. 1997. Efecto de la harina de camarón en dietas de pollos de engorde y gallinas ponedoras. Tesis Ing. Agr. Tegucigalpa, Honduras, Zamorano. 42 p.

SAS Institute, 1993. SAS® User's Guide Statistics. Version 6.12 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.

WIJERATNE, W.B. 1995. Composition of soybeans. In Soybean processing for food uses. Ed. Por William D. Savage y Kukiart Tanteerarm. International Soybean Program (INSTOY), University of Illinois at Urbana-Champaign, E.E.U.U. 9 – 20 pp.

7. ANEXOS

Anexo 1. Perfil nutricional de la harina de soya

Componentes	Contenido (%)
Humedad	11.00
Cenizas	6.00
Proteína Cruda	48.50
Energía Metabolizable (kcal/kg)	2475
Extracto Etéreo	1.00
Fibra Cruda	3.00
Calcio	0.20
Fósforo	0.65
Triptófano	0.70
Treonina	2.00
Cistina	0.74
Valina	2.70
Metionina	0.75
Isoleucina	2.60
Leucina	3.80
Fenilalanina	2.70
Histidina	1.30
Lisina	3.20
Arginina	3.80

Fuente: NRC. (1998)

Anexo 2. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento en la sexta semana en el Experimento

1

Fuente	G.L.	Peso Corporal	Consumo de Alimento
Tratamiento	4	200033.39 (0.0001)	266015.30 (0.0022)
Bloque	2	1942.28 (0.4754)	13994.87 (0.5743)
Error	8	2376.52	23522.60
C.V.		2.76	4.59
R2		0.97	0.85

Anexo 3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la sexta semana en el Experimento 1

Fuente	G.L.	Conversión Alimenticia	Mortalidad
Tratamiento	4	0.0468933 (0.0055)	0.38771453 (0.0001)
Bloque	2	0.0001666 (0.9702)	0.01081013 (0.4265)
Error	8	0.0054833	0.01138285
C.V.		3.87	19.08
R2		0.81	0.94

Anexo 4. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso en canal y rendimiento en canal en la sexta semana en el Experimento 1

Fuente	G.L.	Peso en Canal	Rendimiento en Canal
Tratamiento	4	139399.77 (0.0001)	0.00138932 (0.0002)
Bloque	2	3712.81 (0.1026)	0.00038429 (0.0206)
Error	8	1210.34	0.00005856
C.V.		2.75	0.76
R2		0.98	0.93

Anexo 5. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento en la sexta semana en el Experimento 2

Fuente	G.L.	Peso Corporal	Consumo de Alimento
Tratamiento	4	206583.31 (0.0004)	166840.37 (0.0154)
Bloque	2	2226.50 (0.8167)	4981.88 (0.8386)
Error	8	10721.80	27680.96
C.V.		6.02	5.06
R2		0.91	0.75

Anexo 6. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la sexta semana en el Experimento 2

Fuente	G.L.	Conversión Alimenticia	Mortalidad
Tratamiento	4	0.08307667 (0.0327)	0.17732646 (0.0001)
Bloque	2	0.00008667 (0.9953)	0.00000406 (0.9992)
Error	8	0.01823667	0.00511804
C.V.		6.97	16.93
R2		0.69	0.94

Anexo 7. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso en canal y rendimiento en canal en la sexta semana en el Experimento 2

Fuente	G.L.	Peso en Canal	Rendimiento en Canal
Tratamiento	4	104464.48 (0.0003)	0.00050643 (0.0105)
Bloque	2	334.03 (0.9376)	0.00023536 (0.0953)
Error	8	5143.93	0.00007355
C.V.		6.30	0.90
R2		0.91	0.80